

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-013180

(43)Date of publication of application : 16.01.1998

(51)Int.Cl.

H03H 7/09

H01F 27/00

H01G 4/40

(21)Application number : 08-177515

(71)Applicant : TAIYO YUDEN CO LTD

(22)Date of filing : 18.06.1996

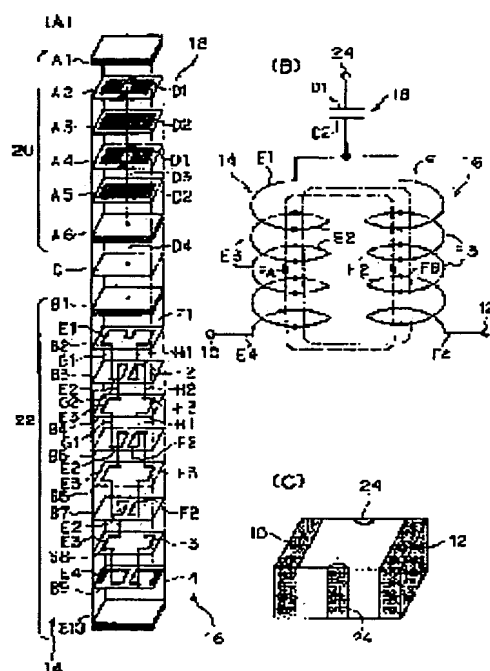
(72)Inventor : TOMARU MASANORI

(54) STACKED LC COMPOSITE COMPONENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a steep attenuation characteristic or a desired frequency characteristic on an excellent way, without increasing the number of components.

SOLUTION: A capacitor 18 is made up of sheets A1 to A6. Coils 14, 16 are formed in parallel by sheets B1 to B10. The coils 14, 16 and the capacitor 18 form a T-filter, the coils 14, 16 are connected to input output electrode 10, 12 and the capacitor 18 connects to a GND electrode 24, respectively. The coils 14, 16 are coupled so that the sets of magnetic flux are cancelled together, to form a negative mutual inductance. The pseudo-coils obtained in this way form a series resonance circuit with the capacitor 18. The resonance frequency of the resonance circuit is adjusted to be in an attenuation region of the frequency characteristic by revising the distance between the coils 14 and 16.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 06.04.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 21.08.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2001-16679

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 19.09.2001

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] the object for capacitors -- carrying out the laminating of the sheet with which the conductor was formed -- a capacitor -- constituting -- the object for coils, while carrying out the laminating of the sheet with which the conductor was formed In the laminating mold LC composite part which constituted the coil from connecting between sheets with a conductor the object for coils - a conductor -- connection -- Laminating mold LC composite part characterized by constituting a resonance circuit using the false coil which formed the negative mutual inductance and was obtained by this by approaching and forming at least two coils in the layered product of a sheet, and said capacitor.

[Claim 2] Laminating mold LC composite part according to claim 1 characterized by forming said coil in the layered product of a sheet in juxtaposition.

[Claim 3] the object for coils -- the laminating mold LC composite part according to claim 2 characterized by forming so that a conductor may lap between sheets.

[Claim 4] Laminating mold LC composite part according to claim 1 characterized by forming said coil in the layered product of a sheet in serial.

[Claim 5] said object for capacitors -- a conductor -- connection -- while connecting between sheets with a conductor -- the object for coils -- a conductor -- also receiving -- connection -- the laminating mold LC composite part according to claim 1, 2, 3, or 4 characterized by connecting with a conductor.

[Claim 6] said object for capacitors -- while connecting a conductor between sheets with the connection electrode of the layered product exterior -- the object for coils -- the laminating mold LC composite part according to claim 1, 2, 3, or 4 characterized by connecting with a connection electrode also to a conductor.

[Claim 7] said object for capacitors -- the laminating mold LC composite part according to claim 1, 2, 3, 4, 5, or 6 characterized by having formed the minute coil in some conductors, having added said false coil and said capacitor to this minute coil, and constituting a resonance circuit.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to amelioration of the laminating mold LC composite part containing a coil (inductor) and a capacitor (capacitor).

[0002]

[A background technique and Object of the Invention] Laminating mold LC composite part is used for the filter circuit for RFs etc. The equal circuit of T mold LC filter is shown in drawing 8 (A) as the example. As shown in this drawing, the coil 114,116 is connected to the serial between the input electrode 110 and the output electrode 112, and the capacitor 118 is connected to juxtaposition. That is, it has the composition that the capacitor 118 was connected to GND (ground) from the node of a coil 114,116.

[0003] It is the configuration of such an ideal T mold LC filter, for example, if a coil 114,116 is set to 160nH(s) and a capacitor 118 is set to 127pF, frequency characteristics will turn into a damping property as shown in this drawing (B). In addition, the axis of abscissa of this drawing serves as logarithmic scale. As shown in this drawing, attenuation of gain has begun from past [30MHz] (cut-off-frequency $f_C=50\text{MHz}$), and it has become about 80dB attenuation by 1GHz.

[0004] By the way, when using LC composite part of such a property as a filter, it is so good that the attenuation from a cut off frequency f_C is steep. As technique for acquiring such a steep property, there is the technique of increasing the element number of **LC composite part of connecting a capacitor to the ** coil 114,116 at juxtaposition, or connecting a coil to a capacitor 118 at a serial, constituting a resonance circuit, respectively, and setting the resonance point as the location of a cut off frequency f_C . However, also in any, an element number will increase as a whole and it will disagree with the request of a miniaturization in recent years or lightweight-izing. If another word is carried out, it is difficult to acquire a steep damping property with a small element number with a background technique.

[0005] This invention is what noted these points, and it sets it as the purpose to offer the laminating mold LC composite part which can acquire a damping property steep good, without being accompanied by increase of an element number.

[0006]

[Means for Solving the Problem] in order to attain said purpose -- this invention -- the object for capacitors -- carrying out the laminating of the sheet with which the conductor was formed -- a capacitor -- constituting -- the object for coils, while carrying out the laminating of the sheet with which the conductor was formed In the laminating mold LC composite part which constituted the coil from connecting between sheets with a conductor (for example, connecting means of a beer hall, a through hole, etc.) the object for coils -- a conductor -- connection -- By approaching and forming at least two coils in the layered product of a sheet, a negative mutual inductance is formed and it is characterized by constituting a resonance circuit using the false coil obtained by this, and said capacitor.

[0007] There is the following in main modes. Said coil is formed in the layered product of a sheet juxtaposition-wise or in serial. the object for coils -- a conductor may be formed so that it may lap between sheets. said object for capacitors -- a conductor -- connection -- it connects between sheets with a conductor or the connection electrode of the layered product exterior -- having -- further -- the

object for coils -- it connects also with a conductor. other voice -- if it depends like -- said object for capacitors -- a minute coil is formed in some conductors, said false coil and said capacitor are added to this minute coil, and a resonance circuit is constituted.

[0008] According to this invention, two coils join together electromagnetic and a negative mutual inductance is formed. And a resonance circuit is constituted using the false coil and false capacitor which were made by this. The coupling coefficient of a mutual inductance changes by changing the distance of two coils, and the resonance frequency of a resonance circuit also changes. In this resonance frequency, laminating mold LC composite part with the damping property of a steep mold can be obtained, without being able to obtain the big magnitude of attenuation and being accompanied by the increment in an element number.

[0009] The above and other purposes of this invention, the description, and an advantage will become clear from the following detailed explanation and an accompanying drawing.

[0010]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of implementation of invention is explained to a detail, referring to an example. Especially the laminating mold LC composite part concerning this invention is suitable as a filter of a RF band, and is used for various kinds of electronic equipment, such as a cellular phone, a land mobile radiotelephone, a personal computer, and a liquid crystal television.

[0011]

[Example 1] First, an example 1 is explained, referring to drawing 1 - drawing 3. This example 1 is an example of T mold filter, as shown in drawing 2 (A), and coils 14 and 16 are connected to the serial between the I/O electrode 10 and 12, and it has the composition that the capacitor 18 was connected to juxtaposition. That is, the capacitor 18 is connected from the node of coils 14 and 16 to GND (ground). Furthermore, mutual-inductance M exists between a coil 14 and 16. The appearance of components is shown in drawing 1 (C).

[0012] The laminated structure of LC composite part which constitutes such a T mold filter is shown in drawing 1 (A). As shown in this drawing, the capacitor section 20 is constituted by six layers of the upper part, and the coil section 22 is constituted by ten layers of the lower part. the capacitor section 20 -- two or more insulator sheets and the object for capacitors -- a conductor constitutes -- having -- the insulator sheet of plurality [section / 22 / coil], and the object for coils -- it is constituted by the conductor. Dielectric materials are used as sheets A1-A6 of the capacitor section 20.

[0013] However, as sheets B1-B10 of the coil section 22, dielectric materials or a magnetic-substance ingredient is properly used with the frequency to be used. For example, when a cut off frequency f_c is 100MHz or less, a magnetic-substance ingredient is used as the coil section 22, and dielectric materials are used like [the coil section 22] the capacitor section 20 in 100MHz or more.

[0014] Furthermore, as long as there is need, you may make it put in the sheet C by different insulating material from the material of construction of the capacitor section and the coil section as hetero junction material between the capacitor section 20 and the coil section 22. When using a magnetic-substance ingredient as the coil section 22, using dielectric materials as the capacitor section 20, a layered product is formed by piling up those sheets and really sintering. In this sintering, a mutual reaction may occur between a dielectric sheet and a magnetic-substance sheet, and the component element in dielectric materials or a magnetic-substance ingredient may be spread mutually. Then, it will have a bad influence on the property of a capacitor or a coil, and a property will change. Then, the sheet C for association is formed in the boundary parts of a dielectric layer and a magnetic layer, and diffusion of the component between a dielectric layer and a magnetic layer is prevented by this.

[0015] Next, it explains sequentially from the upper layer. First, when it explains from the capacitor section 20, a sheet A1 is a protective layer. a sheet A2 and A4 -- one object for capacitors -- the conductor D1 is formed, respectively. these objects for capacitors -- it has exposed before and after a laminating sheet, and the conductor D1 is connected to the GND electrode 24 shown in drawing 1 (C). sheet A3 and A5 -- the object for the capacitors of another side -- the conductor D2 is formed, respectively. these objects for capacitors -- the conductor D2 is connected by the beer hall (or through hole) D3 (it displays by the path cord) near the abbreviation center. namely, the object for

capacitors mentioned above -- the object for the capacitors of the upper and lower sides by the beer hall D3 which the abbreviation central part of a conductor D1 is vacant, and passes this part -- the conductor D2 is connected.

[0016] Next, when the coil section 22 is explained, a sheet B1 is a protective layer. sheet B-2-B9 -- the object for coils -- the conductor is formed. the object for the coils of an abbreviation U shape [B-2 / sheet] -- conductors E1 and F1 are formed. these objects for coils -- the beer hall D4 where conductors E1 and F1 are continuing, and the connection part penetrates sheets B1, C, and A6 -- the object for capacitors -- it connects with the conductor D2.

[0017] the object for the coils of an abbreviation U shape [sheet / B3] -- conductors E2 and F2 are formed so that opening may turn to the opposite side. and those ends -- beer halls G1 and H1 -- respectively -- the object for coils -- it connects with conductors E1 and F1. the same -- the object for the coils of an abbreviation U shape [B4 / following / sheet] -- conductors E3 and F3 are formed so that opening may be suitable. and those ends -- beer halls G2 and H2 -- respectively -- the object for coils -- it connects with conductors E2 and F2. the object for coils same to the following sheet B5 and B7 as a sheet B3 -- conductors E2 and F2 are formed, respectively. moreover, the object for coils same to sheet B6 and B8 as sheet B4 -- conductors E3 and F3 are formed. the object for coils which extended the pattern of an abbreviation U shape on the sheet B9 at the edge on either side, respectively -- conductors E4 and F4 are formed, respectively. Hole connection is the same as that of said sheet.

[0018] the object for coils among the above each part -- the coil 14 is constituted by conductors E1, E2, E3, and E4 and beer halls G1 and G2. moreover, the object for coils -- the coil 16 is constituted by conductors F1, F2, F3, and F4 and beer halls H1 and H2. and the object for the coils of a sheet B9 -- conductors E4 and F4 are exposed to right and left from the laminating sheet, and are connected to the I/O electrodes 10 and 12 of drawing 1 (C), respectively. In addition, the sheet B10 of the lowest layer is a protective layer.

[0019] the object for capacitors mentioned above -- a conductor and the object for coils -- a conductor and the object for beer halls -- a conductor may apply the paste of Ag, Ag-Pd, Cu, etc. to a sheet front face with means, such as screen-stencil, may form it by drying this, and may be formed with means, such as sputtering and vacuum evaporation.

[0020] next -- above -- carrying out -- the object for capacitors -- a conductor and the object for coils -- a conductor, the sheet with which the beer hall was formed, respectively, the sheet for protection, or the sheet for junction is accumulated on the order shown in drawing 1 (A). And it is fabricated, stuck by pressure and calcinated after that, and becomes a layered product. the right-and-left edge of this layered product -- the object for coils -- conductors E4 and F4 -- as a drawer electrode -- exposing -- **** -- an order edge -- the object for capacitors -- the drawer electrode of a conductor is exposed. The paste of Ag, Ag-Pd, etc. is applied and burned by these electrode sections, and electrodes 10, 12, and 24 are formed in them, respectively. Of course, you may form using technique, such as sputtering and vacuum evaporation. Laminating mold LC composite part is obtained according to such a process. When an equal circuit is shown corresponding to drawing 1 (A), it comes to be shown in this drawing (B).

[0021] By the way, in this example, as shown in drawing 1 (A) and (B), the direction of the spiral of coils 14 and 16 serves as reverse sense. For this reason, since the sense of the current of both the coils 14 and 16 becomes reverse, the magnetic flux generated according to the current which is between I/O and flows serves as the same direction. For example, supposing magnetic flux downward with a coil 14 occurs, downward magnetic flux will also generate a coil 16. Furthermore, coils 14 and 16 are approached and formed in the same layered product. For this reason, the magnetic flux of one coil comes to pass the coil of another side, and both are in the condition of having joined together electromagnetic.

[0022] In this example, the sense of the magnetic flux generated to an internal core (for coils sheet part surrounded by the conductor) is downward also in any of both the coils 14 and 16. That is, as the situation is shown in drawing 1 (B), with a coil 14, magnetic flux occurs in the sense shown by the arrow head FA, and magnetic flux occurs with a coil 16 in the sense shown by the arrow head FB. Such magnetic flux must be closed through the external core (the internal core of other coils is also included) of coils 14 and 16. For this reason, a part of magnetic flux generated with one coil comes

to pass through the inside of the coil of another side.

[0023] For this reason, although the self magnetic flux shown in a coil 14 by the arrow head FA and the magnetic flux shown by the arrow head FB generated with the coil 16 pass, since both have reverse sense, they come to negate each other. On the other hand, although the self magnetic flux shown in a coil 16 by the arrow head FB and the magnetic flux shown by the arrow head FA generated with the coil 14 pass, since both have reverse sense also in this case, it comes to negate each other. Therefore, a negative mutual inductance comes to be formed between a coil 14 and 16.

[0024] Here, as shown in drawing 2 (B), suppose that coils 14 and 16 and mutual-inductance M between them were expressed in the equal circuit of T mold with the equivalence coils 14A, 16A, and 26M. If the inductance of coils 14 and 16 is set to LA and LB and a mutual inductance is set to M, the inductance of "LB-M" equivalence coil 26M will be set [the inductance of equivalence coil 14A] to "M" by the inductance of "LA-M" equivalence coil 16A. That is, since a mutual inductance is negative, inductance component 26M of +M will occur.

[0025] Equivalence coil 26M become in-series with a capacitor 18, and the series resonant circuit by L and C is constituted by this. The resonance frequency of this resonance circuit changes with the inductances of equivalence coil 26M. Therefore, resonance frequency can be adjusted, if the distance between a coil 14 and 16 is adjusted and both degree of coupling is changed.

[0026] for example, the magnetic flux generated with one coil when bringing the distance between a coil 14 and 16 close -- the coil of another side -- a passage -- being easy -- the amount of denials of magnetic flux increases and the value of a mutual inductance can be enlarged. Then, since the capacity of a capacitor 18 is fixed, resonance frequency comes to move to a low frequency side. Thus, the resonance frequency of the resonance circuit by equivalence coil 26M and the capacitor 18 can be adjusted by adjusting the degree of coupling of coils 14 and 16.

[0027] In this example, the degree of coupling between a coil 14 and 16 is adjusted so that this resonance frequency may serve as near cut-off frequency f_C by the side of the decay area in a desired filter shape (damping property). For this reason, a steep damping property can be acquired near cut-off frequency. An example of such a filter shape is shown in drawing 2 (C), and the attenuation peak near [which is shown by the arrow head PA] 100MHz is formed in it of the resonance circuit.

[0028] The example of an observation of the insertion-loss property of the laminating mold LC composite part made as an experiment about this example is shown in drawing 3 . This drawing (A) is the property of this example, and the inductor value of coils 14 and 16 is [the coupling coefficient between 90pF, a coil 14, and 16 of the electrostatic capacity of 205nH(s) and a capacitor 18] $K=0.08$. In the graph of this drawing, the pole near [which is shown by the arrow head PB] 100MHz is generated by the series resonance of the mutual inductance of coils 14 and 16, and a capacitor 18. The pole 500MHz shown by arrow heads PC and PD, respectively and near 1.5GHz is based on self-resonance of the inductance section etc., and the big magnitude of attenuation is obtained over the broadband.

[0029] As an example of a comparison, the example of an observation when coils 14 and 16 have not joined together is shown in this drawing (B). If two kinds of insertion-loss properties of these drawing 3 are compared, the direction of the filter by LC composite part of this example serves as a steep damping property from the filter by the conventional LC composite part so that clearly.

[0030] Thus, according to this example, a mutual inductance is formed between two coils and this constitutes a capacitor and a resonance circuit. For this reason, a damping property steep good can be acquired, without adding a new component.

[0031]

[Example 2] Next, an example 2 is explained, referring to drawing 4 . Drawing 4 (A) corresponds to drawing 1 (A) mentioned above, and the laminated structure of LC composite part of an example 2 is shown. This example is also an example of T mold filter. As shown in this drawing, the capacitor section 30 is constituted by six layers of the upper part, and the coil section 22 is constituted by ten layers of the lower part. The sheet C for association and the coil section 22 have the same composition as the example 1 mentioned above.

[0032] Sheets A1 and A2 and A4 are the same as that of the example 1 mentioned above also including the conductor pattern among the capacitor sections 30. however, the object for capacitors

currently formed in sheets A10 and A12, respectively -- the conductor D10 differs from said example 1. namely, -- although the conductor D2 was formed in the sheet front face in said example solid one -- this example -- the central minute coil section DA and the central flat part DB of right and left -- the object for capacitors -- the conductor D10 is constituted. And the beer hall D3 connects and the minute coil section DA of sheets A10 and A12 is further connected also to the coil section 22 by the beer hall D4. In addition, dielectric materials and a low permeability ingredient are used for the sheets A10 and A12 in which the minute coil section DA was formed.

[0033] The equal circuit of LC composite part in this example is shown in drawing 4 (B). Although it is the same as that of the equal circuit of the example 1 shown in drawing 2 (B) almost, it becomes the configuration that the minute coil section DA was connected to equivalence coil 26M, the capacitor 32, and serial by the mutual inductance. That is, the minute coil section DA becomes a part of resonance circuit. Here, as an ingredient of the insulation sheets A10 and A12 in the minute coil section DA, as mentioned above, the dielectric and the low permeability ingredient are used. For this reason, if the minute coil section DA and the inductance value (mutual-inductance value) of equivalence coil 26M are compared, it will become the relation of the inductance value < mutual-inductance value of the minute coil section.

[0034] The adjustment technique which is referred to as locating the pole of the resonance point in the frequency which an attenuation pole is brought to a certain amount of frequency range, and then the width of face and die length of a conductor of the minute coil section DA are changed, and tunes finely and desires an inductance value by adjusting the integrated state between a coil 14 and 16 from such a property becomes possible. As mentioned above, according to this example, resonance frequency is movable to the frequency value desired easily by forming the minute coil section in the capacitor section 30, and tuning resonance frequency finely using this part.

[0035]

[Example 3] Next, an example 3 is explained, referring to drawing 5. Drawing 5 (A) corresponds to drawing 1 (A) mentioned above, and the laminated structure of LC composite part of an example 3 is shown. This example is also an example of T mold filter. As shown in this drawing, the capacitor section 20 is constituted by six layers of the upper part, and the coil section 50 is constituted by nine layers of the lower part. The capacitor section 20 and the sheet C for association have the same composition as the example 1 mentioned above.

[0036] When the coil section 50 is explained, a sheet J1 is a protective layer like an example 1. sheets J2-J8 -- the object for coils -- the conductor is formed. the object for the coils of an abbreviation U shape [sheet / J2] -- conductors K1 and L1 are formed. these objects for coils -- the beer hall D4 where conductors K1 and L1 are following the curled form, and the connection part penetrates sheets J1, C, and A6 -- the object for capacitors -- it connects with the conductor D2.

[0037] the object for the coils of an abbreviation U shape [sheet / J3] -- it is formed so that a part of opening which conductors K2 and L2 faced may lap. and those ends -- beer halls M1 and N1 -- respectively -- the object for coils -- it connects with conductors K1 and L1. the same -- the object for the coils of an abbreviation U shape [sheet / J4 / following] -- it is formed so that a part of opening which conductors K3 and L3 faced may lap. and those ends -- beer halls M2 and N2 -- respectively -- the object for coils -- it connects with conductors K2 and L2. the object for coils same on the following sheets J5 and J7 as a sheet J3 -- conductors K2 and L2 are formed, respectively. moreover, the object for coils same on a sheet J6 as a sheet J4 -- conductors K3 and L3 are formed. the object for coils which extended the pattern of an abbreviation U shape with which a part of opening which faced each other lapped with the sheet J8 to the edge on either side, respectively -- conductors K4 and L4 are formed, respectively.

[0038] the object for coils among the above each part -- the coil 52 is constituted by conductors K1, K2, K3, and K4 and beer halls M1 and M2. moreover, the object for coils -- the coil 54 is constituted by conductors L1, L2, L3, and L4 and beer halls N1 and N2. and the object for the coils of a sheet J8 -- conductors K4 and L4 are exposed to right and left from the laminating sheet, and are connected to the I/O electrodes 10 and 12 of drawing 1 (C), respectively. In addition, the sheet J9 of the lowest layer is a protective layer.

[0039] The condition of having seen the above coil sections 50 from the laminating is shown in drawing 5 (B). this drawing -- like -- the object for coils -- if another word is carried out so that a

part may lap, the coils 52 and 54 constituted by the conductor and the beer hall are formed so that a part of internal core 56 may lap.

[0040] By the way, in this example, the direction of the spiral of coils 52 and 54 has become the same, and it differs from the example 1. For this reason, since the sense of the current of both the coils 52 and 54 becomes reverse, the magnetic flux generated according to the current which is between I/O and flows serves as an opposite direction. For example, supposing magnetic flux downward with a coil 52 occurs, upward magnetic flux will occur with a coil 54. Therefore, in the part 56 with which coils 52 and 54 lapped, the magnetic flux of the coil of another side comes to be negated by the magnetic flux of one coil, and both will be in the condition of having joined together electromagnetic. Consequently, a mutual inductance arises between a coil 52 and 54, and this serves as a capacitor 18 and series connection, and constitutes a resonance circuit. Therefore, a steep damping property can be acquired like [this example] the examples 1 and 2 mentioned above.

[0041] In addition, by changing the area of the lap part 56 of coils 52 and 54, the degree of coupling between a coil 52 and 54 can be changed, and resonance frequency can be moved. A desired steep damping property can be acquired by performing such adjustment.

[0042]

[Example 4] Next, an example 4 is explained, referring to drawing 6. The I/O electrodes 10 and 12 are formed in right and left of laminating components, and said each of examples has appearance composition in which the GND electrode 24 was formed forward and backward, as shown in drawing 1 (C). However, in this example 4, as shown in drawing 6 (B), one side of the GND electrodes of order serves as the connection electrode 60 for connection of the capacitor section and the coil section. Other parts except the connection part to this connection electrode 60 are the same as that of said example 1.

[0043] The laminated structure of an example 4 is shown in drawing 6 (A). In this drawing, the capacitor section 62 is constituted by six layers of the upper part, and the coil section 64 is constituted by 11 layers of the lower part. When it explains from the capacitor section 62, sheets P1 and P6 are protective layers. sheets P2 and P4 -- one object for capacitors -- the conductor Q1 is formed, respectively. these objects for capacitors -- it has exposed to the backside [a laminating sheet] and the conductor Q1 is connected to the GND electrode 24 shown in drawing 6 (B). sheets P3 and P5 -- the object for the capacitors of another side -- the conductor Q2 is formed, respectively. these objects for capacitors -- it has exposed to a before [a laminating sheet] side, and the conductor Q2 is connected to the connection electrode 60 shown in drawing 6 (B).

[0044] Next, when the coil section 64 is explained, sheets R1 and R11 are protective layers. a sheet R2 -- the object for the coils of the letter of the abbreviation for L characters -- conductors S1 and T1 are formed. these objects for coils -- conductors S1 and T1 are continuing and the connection part is connected to the connection electrode 60 which exposes to a before [a laminating sheet] side and is shown in drawing 6 (B). That is, connection between the capacitor section 62 and the coil section 64 is made with the connection electrode 60.

[0045] the object for the coils of an abbreviation U shape shown in sheets R3, R5, R7, and R9 at drawing 1 (A) -- conductors E3 and F3 are formed, respectively. moreover, the object for the coils of an abbreviation U shape shown in sheets R4, R6, and R8 at drawing 1 (A) -- conductors E2 and F2 are formed, respectively. furthermore, the object for the coils of an abbreviation U shape shown in the sheet R10 at drawing 1 (A) -- conductors E4 and F4 are formed, respectively. and the object for coils -- conductors S1, E2-E4 are connected by beer halls G1 and G2, and the coil 66 is constituted by these. moreover, the object for coils -- conductors T1, F2-F4 are connected by beer halls H1 and H2, and the coil 68 is constituted by these. [0046] Thus, according to this example, connection of the capacitor section 62 and the coil section 64 (connection part of coils 66 and 68) is made on the components side face instead of a beer hall with the connection electrode 60 by which exposure formation was carried out. By such configuration as well as the example mentioned above, it is uninfluent to association between a coil 66 and 68 in any way, and a steep damping property can be acquired.

[0047]

[Example 5] Next, an example 5 is explained, referring to drawing 7. The capacitor section of this example 5 is the same as that of said example 4. However, as for the coil section, the conductor

pattern of a coil has ***** composition. That is, by this example, although the coil to combine is formed in juxtaposition in said examples 1-4, it is formed in serial so that it may put up and down. Moreover, this example serves as an appearance shown in drawing 6 (B).

[0048] As shown in this drawing (A), the coil section 70 is constituted by the bottom (capacitor side) with the coil 72 by which laminating formation was carried out, and the coil 74 which turned laminating formation down. Sheet U1 and V1 side is connected to the connection electrode 60 for connecting with the capacitor section 62. Moreover, sheet U5 and V6 side is connected to either of the I/O electrodes 10 and 12, respectively. Sheets U, U6, and V7 are all protective layers.

[0049] if it explains sequentially from a connection electrode side -- sheets U1 and V1 -- the object for the coils of the letter of the abbreviation for L characters -- conductors W1 and X1 are formed, respectively so that it may expose to a before side. the object for the coils of an abbreviation U shape [sheets / U2 and U4] -- a conductor W2 forms -- having -- **** -- the object for the coils of an abbreviation U shape [sheets / V2 and V4] -- the conductor X2 is formed. moreover, the object for the coils of an abbreviation U shape [sheet / U3] -- a conductor -- W3 forms -- having -- **** -- the object for the coils of an abbreviation U shape [sheets / V3 and V5] -- the conductor X3 is formed. furthermore, the object for coils which extended the pattern of an abbreviation U shape on the sheet U5 at the right edge -- the object for coils which the conductor W4 is formed and extended the pattern of an abbreviation U shape on the sheet V6 at the left edge -- the conductor X4 is formed. and the object for coils -- conductors W1-W4 connect by beer halls Y1 and Y2 by turns -- having -- **** -- the object for coils -- conductors X1-X4 are connected by beer halls Z1 and Z2 by turns.

[0050] the object for coils among the above each part -- the coil 72 is constituted by conductors W1-W4 and beer halls Y1 and Y2. moreover, the object for coils -- the coil 74 is constituted by conductors X1-X4 and beer halls Z1 and Z2. and the object for the coils of sheets U5 and V6 -- conductors W4 and X4 are exposed to right and left from the laminating sheet, and are connected to the I/O electrodes 10 and 12 of drawing 6 (B), respectively.

[0051] Thus, in this example, as an equal circuit is shown in drawing 7 (B), coils 72 and 74 are formed in the direction of a laminating in piles, and it differs from any example mentioned above. However, the magnetic flux generated according to the current which is between I/O and flows serves as a direction which conflicts with both the coils 72 and 74 as arrow heads FC and FD show. Therefore, the magnetic flux generated with one coil and the magnetic flux of the coil of another side come to negate each other, and a negative mutual inductance arises between a coil 72 and 74. Since series connection of this is carried out to the capacitor through the connection electrode 60, a resonance circuit is constituted like said example and a steep damping property can be acquired similarly.

[0052] In addition, between two coils 72 and 74, the insulator sheet U for protection with which no conductors are formed intervenes. For this reason, by using the insulator of different permeability from the thickness of Sheet U, and other sheets with which the conductor is formed as a sheet U, a coil 72 and the degree of coupling during between 74 can be changed, and resonance frequency can be moved. This becomes possible to acquire a desired steep damping property like the example mentioned above.

[0053]

[Other Example(s)] It is possible for there to be a gestalt of much operations in this invention, and to change to Oshi based on the above indication. For example, the following is also contained.

(1) Although said each of examples applies this invention to T mold filter, this invention is applicable to circuits which have two or more coil components, such as a double pi mold circuit, for example.

(2) The numeric value of the number of laminatings of the sheet shown in said example, a conductor pattern, and a circuit constant may also be set up suitably if needed. Moreover, the graph of frequency characteristics is also an example.

(3) In addition, you may make it combine said example. For example, it is applying the capacitor section which has the minute coil section which applied or showed the capacitor section shown in the example of drawing 1 to the example of drawing 4 to the example of drawing 5 - drawing 7 etc.

[0054]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, there is the following

effectiveness.

(1) A negative mutual inductance is formed between two coils, a false coil is formed between capacitors, and a big damping property can be acquired, without needing a new component, since a resonance circuit is constituted by this.

(2) By changing the degree of coupling between two coil components, the value of a mutual inductance can be changed, the resonance frequency of a resonance circuit can be moved simple, and a desired property can be acquired.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the example 1 of this invention. (A) is a perspective view in which the decomposition perspective view showing a laminated structure and (B) show a circuit diagram, and (C) shows a general view.

[Drawing 2] It is drawing showing an example 1. (A) And the circuit diagram in which (B) shows an equal circuit, and (C) are graphs which show the example of a property.

[Drawing 3] It is the graph which compares an example 1 with the property of a background technique.

[Drawing 4] It is drawing showing an example 2. The decomposition perspective view in which (A) shows a laminated structure, and (B) are circuit diagrams.

[Drawing 5] It is drawing showing an example 3. The decomposition perspective view in which (A) shows a laminated structure, and (B) are drawings showing a coil part.

[Drawing 6] It is drawing showing an example 4. The decomposition perspective view in which (A) shows a laminated structure, and (B) are the perspective views showing an appearance.

[Drawing 7] It is drawing showing an example 5. The decomposition perspective view in which (A) shows a laminated structure, and (B) are circuit diagrams.

[Drawing 8] It is drawing showing a background technique. The circuit diagram in which (A) shows an equal circuit, and (B) are graphs which show the example of a property.

[Description of Notations]

10 12 -- I/O electrode

14, 16, 52, 54, 72, 74 -- Coil

14A, 16A, 26M -- Equivalence coil

18 32 -- Capacitor

20, 30, 62 -- Capacitor section

22, 50, 64, 70 -- Coil section

24 -- GND electrode

56 -- Lap part of a coil

60 -- Connection electrode

A1-A6, A10, A12, B1-B10, J1-J9, P1-P6, R1-R11, U-U6, V1-V7 -- Sheet

C -- Sheet for association

D1, D2, Q1, and the object for Q2 -- capacitors -- a conductor

DA -- Minute coil section

DB -- Flat part

D3, D4, G1, G2, H1, H2, M1, M2, N1, N2, Y1, Y2, Z1, Z2 -- Beer hall

E1-E4, F1-F4, and K1- K4, L1-L4, S1, T1, W1-W4, and the object for X1 - X4 -- coils -- a conductor

FA-FD -- Arrow head which shows the direction of magnetic flux

PA-PD -- Attenuation pole

[Translation done.]

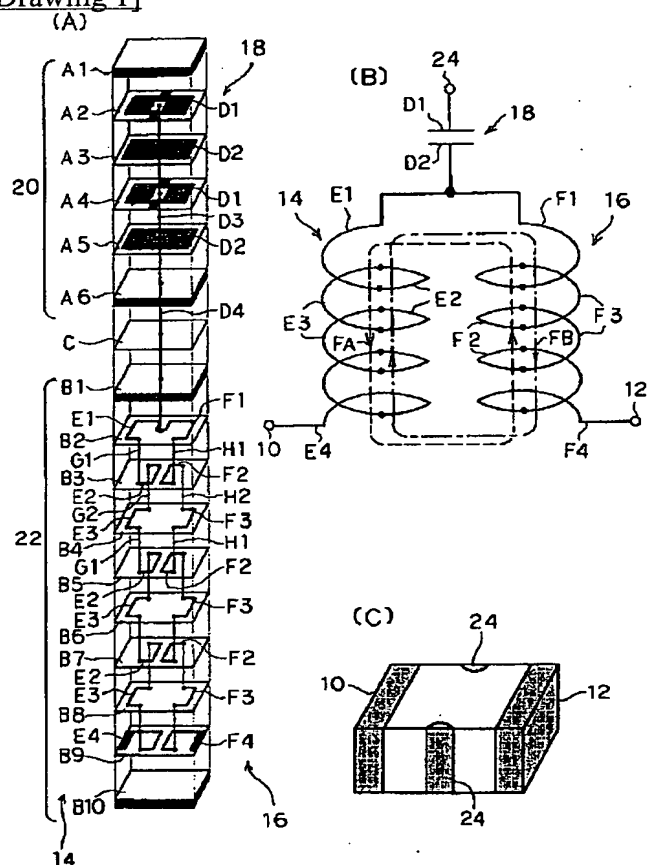
* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

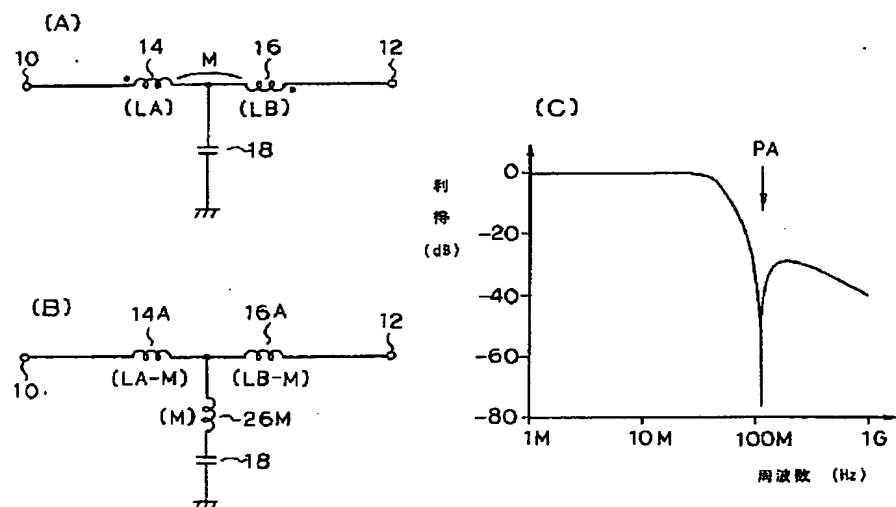
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

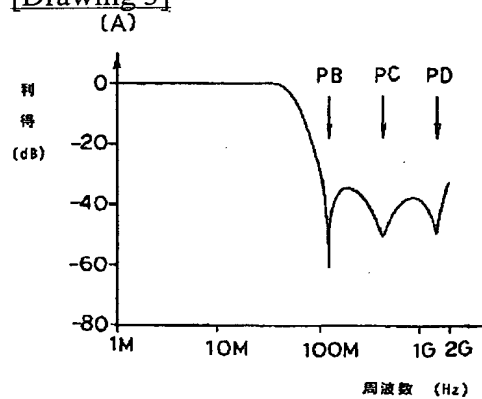
[Drawing 1]



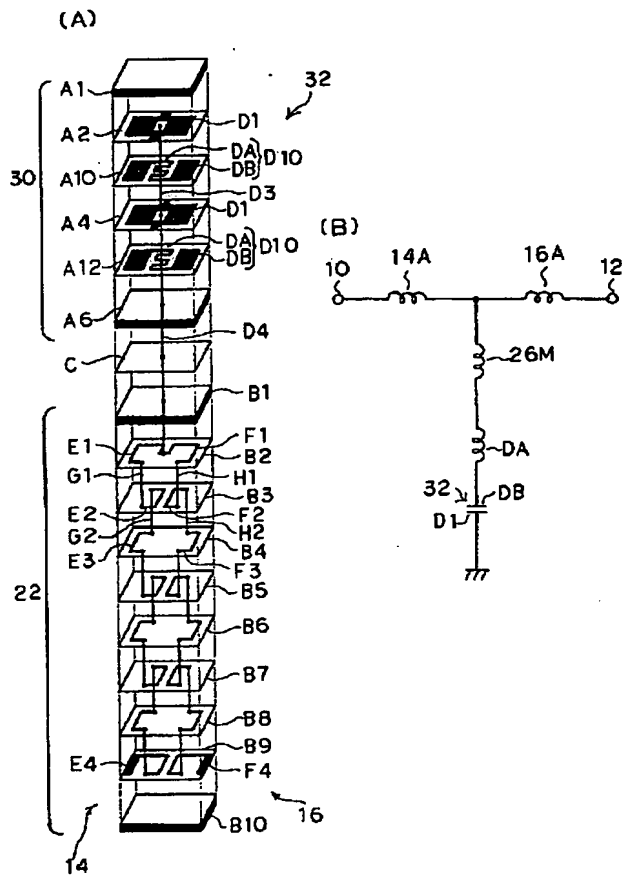
[Drawing 2]



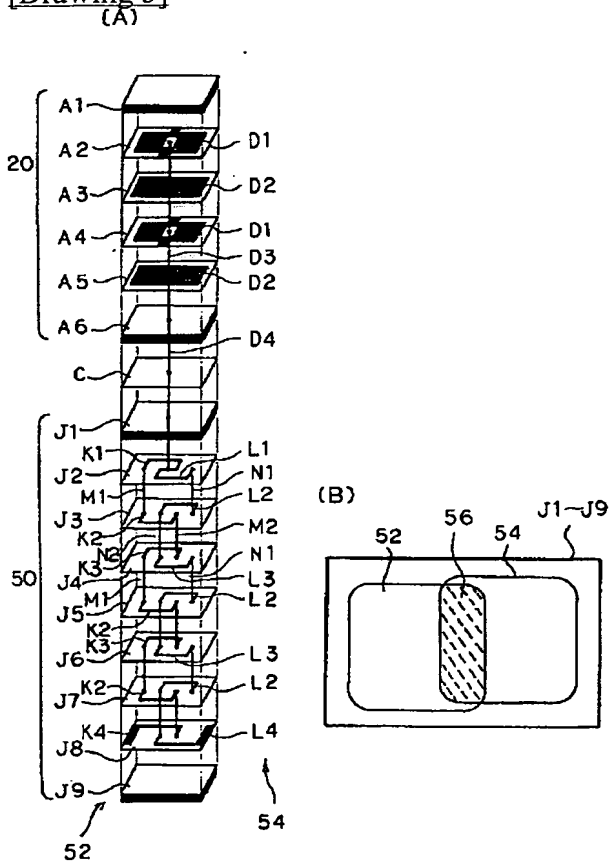
[Drawing 3]



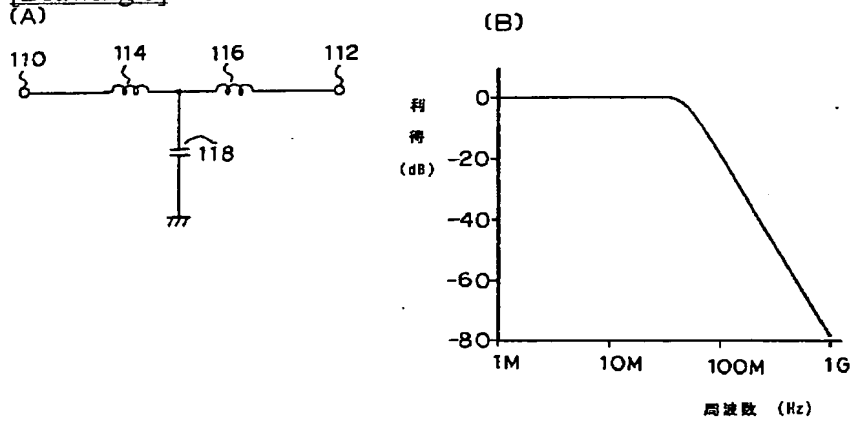
[Drawing 4]



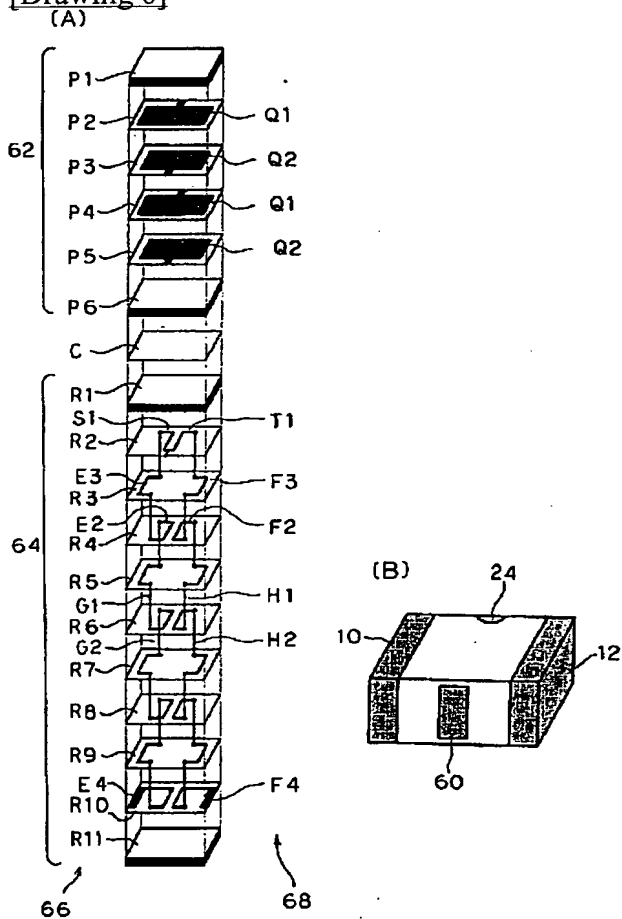
[Drawing 5]



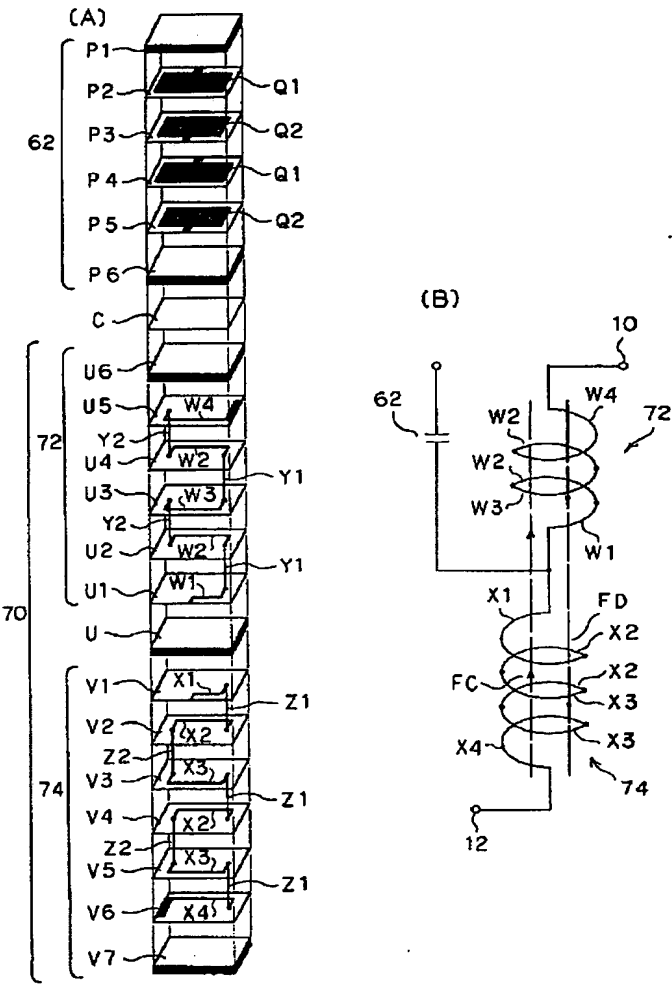
[Drawing 8]



[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Translation done.]

特開平10-13180

(43) 公開日 平成10年(1998) 1月16日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 3 H 7/09

H 0 3 H 7/09

Z

H 0 1 F 27/00

H 0 1 F 15/00

D

H 0 1 G 4/40

H 0 1 G 4/40

3 2 1 A

審査請求 未請求 請求項の数 7 F D (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願平8-177515

(22) 出願日

平成8年(1996) 6月18日

(71) 出願人 000204284

太陽誘電株式会社

東京都台東区上野6丁目16番20号

(72) 発明者 渡丸 昌典

東京都台東区上野6丁目16番20号 太陽誘

電株式会社内

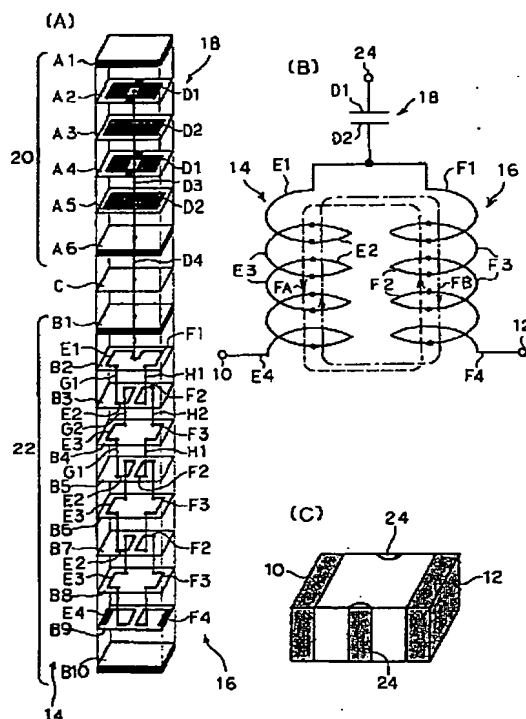
(74) 代理人 弁理士 梶原 康稔

(54) 【発明の名称】 積層型LC複合部品

(57) 【要約】

【課題】 素子数の増大を伴うことなく、良好に急峻な減衰特性もしくは所望の周波数特性を得る。

【解決手段】 シートA1～A6によってコンデンサ18が形成されている。シートB1～B10によって、コイル14, 16が並列的に形成されている。コイル14, 16とコンデンサ18はT型フィルタを構成し、コイル14, 16は入出力電極10, 12に、コンデンサ18はGND電極24にそれぞれ接続されている。コイル14, 16は磁束が互いに打ち消し合うように結合しており、負の相互インダクタンスが形成されている。これによって得られた疑似的なコイルは、コンデンサ18と直列共振回路を構成する。この共振回路の共振周波数は、コイル14, 16の距離を変更することで周波数特性の減衰域となるように調整される。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 コンデンサ用導体が形成されたシートを積層することによってコンデンサを構成し、コイル用導体が形成されたシートを積層するとともに、コイル用導体を接続導体によってシート間で接続することでコイルを構成した積層型LC複合部品において、

シートの積層体に少なくとも2つのコイルを近接して形成することによって負の相互インダクタンスを形成し、これによって得た疑似的なコイルと前記コンデンサを利用して共振回路を構成したことを特徴とする積層型LC複合部品。

【請求項2】 前記コイルを、シートの積層体に並列的に形成したことを特徴とする請求項1記載の積層型LC複合部品。

【請求項3】 コイル用導体がシート間で重なるように形成したことを特徴とする請求項2記載の積層型LC複合部品。

【請求項4】 前記コイルを、シートの積層体に直列的に形成したことを特徴とする請求項1記載の積層型LC複合部品。

【請求項5】 前記コンデンサ用導体を接続導体によってシート間で接続するとともに、コイル用導体に対して接続導体によって接続したことを特徴とする請求項1、2、3又は4記載の積層型LC複合部品。

【請求項6】 前記コンデンサ用導体を積層体外部の接続電極によってシート間で接続するとともに、コイル用導体に対しても接続電極によって接続したことを特徴とする請求項1、2、3又は4記載の積層型LC複合部品。

【請求項7】 前記コンデンサ用導体の一部に微小コイルを形成し、この微小コイルに前記疑似的なコイル及び前記コンデンサを加えて共振回路を構成したことを特徴とする請求項1、2、3、4、5又は6記載の積層型LC複合部品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、コイル（インダクタ）及びコンデンサ（キャパシタ）を含む積層型LC複合部品の改良に関する。

【0002】

【背景技術と発明が解決しようとする課題】積層型LC複合部品は、高周波用のフィルタ回路などに使用されている。図8（A）には、その一例としてT型LCフィルタの等価回路が示されている。同図に示すように、入力電極110と出力電極112との間に、コイル114、116が直列に接続されており、コンデンサ118が並列に接続されている。すなわち、コイル114、116の接続点からGND（アース）に対してコンデンサ118が接続された構成となっている。

【0003】このような理想的なT型LCフィルタの構

2

成で、例えばコイル114、116を160nH、コンデンサ118を127pFとすると、周波数特性は同図（B）に示すような減衰特性となる。なお、同図の横軸は対数目盛となっている。この図のように、30MHzすぎから利得の減衰が始まっており（カットオフ周波数 $f_c=50\text{MHz}$ ）、1GHzで約80dBの減衰となっている。

【0004】ところで、このような特性のLC複合部品をフィルタとして使用する場合は、カットオフ周波数 f_c からの減衰が急峻であるほどよい。このような急峻な特性を得るための手法としては、①LC複合部品の素子数を増やす、②コイル114、116に並列にコンデンサを接続し、あるいはコンデンサ118に直列にコイルを接続してそれぞれ共振回路を構成し、共振点をカットオフ周波数 f_c の位置に設定する、という手法がある。しかしながら、いずれにおいても、全体として素子数が増大し、近年の小型化や軽量化の要請に相反することになる。別言すれば、背景技術によって少ない素子数で急峻な減衰特性を得ることは困難である。

【0005】本発明は、これらの点に着目したもので、素子数の増大を伴うことなく、良好に急峻な減衰特性を得ることができる積層型LC複合部品を提供することを、その目的とするものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、この発明は、コンデンサ用導体が形成されたシートを積層することによってコンデンサを構成し、コイル用導体が形成されたシートを積層するとともに、コイル用導体を接続導体（例えばビアホール、スルーホールなどの接続手段）によってシート間で接続することでコイルを構成した積層型LC複合部品において、シートの積層体に少なくとも2つのコイルを近接して形成することによって負の相互インダクタンスを形成し、これによって得た疑似的なコイルと前記コンデンサを利用して共振回路を構成したことを特徴とする。

【0007】主要な態様には、次のようなものがある。前記コイルは、シートの積層体に並列的又は直列的に形成される。コイル用導体はシート間で重なるように形成してもよい。前記コンデンサ用導体は、接続導体又は積層体外部の接続電極によってシート間で接続され、更にはコイル用導体にも接続される。他の態様によれば、前記コンデンサ用導体の一部に微小コイルが形成され、この微小コイルに前記疑似的なコイル及び前記コンデンサを加えて共振回路が構成される。

【0008】本発明によれば、2つのコイルが電磁的に結合して負の相互インダクタンスが形成される。そして、これによって作り出された疑似的なコイルとコンデンサを利用して共振回路が構成される。2つのコイルの距離を変更することで相互インダクタンスの結合係数が変化し、共振回路の共振周波数も変化する。この共振周

波数において、大きな減衰量を得ることができ、素子数の増加を伴うことなく、急峻型の減衰特性を持った積層型LC複合部品を得ることができる。

【0009】この発明の前記及び他の目的、特徴、利点は、以下の詳細な説明及び添付図面から明瞭になろう。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、発明の実施の形態について、実施例を参照しながら詳細に説明する。本発明にかかる積層型LC複合部品は、特に高周波帯のフィルタとして好適であり、携帯電話、自動車電話、パーソナルコンピュータ、液晶テレビなどの各種の電子機器に利用される。

【0011】

【実施例1】最初に、図1～図3を参照しながら実施例1について説明する。この実施例1は、図2(A)に示すようにT型フィルタの例で、入出力電極10、12間に、コイル14、16が直列に接続されており、コンデンサ18が並列に接続された構成となっている。すなわち、コイル14、16の接続点からGND（アース）に対してコンデンサ18が接続されている。更に、コイル14、16間には、相互インダクタンスMが存在する。部品の外観は、例えば図1(C)に示すようになっている。

【0012】図1(A)には、このようなT型フィルタを構成するLC複合部品の積層構造が示されている。同図に示すように、上部の6層によってコンデンサ部20が構成されており、下部の10層によってコイル部22が構成されている。コンデンサ部20は、複数の絶縁体シートとコンデンサ用導体によって構成され、コイル部22は複数の絶縁体シートとコイル用導体によって構成されている。コンデンサ部20のシートA1～A6としては誘電体材料が使用されている。

【0013】しかし、コイル部22のシートB1～B10としては、使用する周波数によって、誘電体材料又は磁性体材料が使い分けられる。例えば、カットオフ周波数 f_c が100MHz以下の場合には、コイル部22として磁性体材料が使用され、100MHz以上においては、コイル部22もコンデンサ部20と同様に誘電体材料が使用される。

【0014】更に、必要があれば、コンデンサ部20とコイル部22の間に、コンデンサ部とコイル部の使用材料と異なる絶縁材料によるシートCを異種接合材として入れるようにしてもよい。コンデンサ部20として誘電体材料を用い、コイル部22として磁性体材料を用いる場合、それらのシートを重ね合わせて一体焼結することにより積層体が形成される。この焼結において、誘電体シートと磁性体シートの間で相互反応が起こり、誘電体材料や磁性体材料中の成分元素が相互に拡散する可能性がある。すると、コンデンサあるいはコイルの性質に影響を及ぼし、特性が変化してしまう。そこで、誘電体

層と磁性体層の境界部分に結合用シートCを設け、これによって誘電体層及び磁性体層間の成分の拡散を防止する。

【0015】次に、上層から順に説明する。まず、コンデンサ部20から説明すると、シートA1は保護層である。シートA2、A4には、一方のコンデンサ用導体D1がそれぞれ形成されている。これらのコンデンサ用導体D1は積層シートの前後に露出しており、図1(C)に示すGND電極24に接続されている。シートA3、A5には、他方のコンデンサ用導体D2がそれぞれ形成されている。これらのコンデンサ用導体D2は、略中央付近でビアホール（又はスルーホール）D3（接続線を表示）によって接続されている。すなわち、上述したコンデンサ用導体D1の略中央部分が空いており、この部分を通るビアホールD3によって上下のコンデンサ用導体D2が接続されている。

【0016】次に、コイル部22を説明すると、シートB1は保護層である。シートB2～B9には、コイル用導体が形成されている。シートB2には、略コ字状のコイル用導体E1、F1が形成されている。これらのコイル用導体E1、F1は連続しており、その接続部分が、シートB1、C、A6を貫通するビアホールD4によってコンデンサ用導体D2に接続されている。

【0017】シートB3には、略コ字状のコイル用導体E2、F2が、反対側に開口が向くように形成されている。そして、それらの一端は、ビアホールG1、H1によってそれぞれコイル用導体E1、F1に接続されている。同様に、次のシートB4には、略コ字状のコイル用導体E3、F3が、開口が向くように形成されている。そして、それらの一端は、ビアホールG2、H2によってそれぞれコイル用導体E2、F2に接続されている。以下のシートB5、B7には、シートB3と同様のコイル用導体E2、F2がそれぞれ形成されている。また、シートB6、B8には、シートB4と同様のコイル用導体E3、F3が形成されている。シートB9には、略コ字状のパターンを左右の端縁にそれぞれ延長したコイル用導体E4、F4がそれぞれ形成されている。ホール接続も、前記シートと同様である。

【0018】以上の各部のうち、コイル用導体E1、E2、E3、E4及びビアホールG1、G2によってコイル14が構成されている。また、コイル用導体F1、F2、F3、F4及びビアホールH1、H2によってコイル16が構成されている。そして、シートB9のコイル用導体E4、F4が積層シートから左右に露出しており、図1(C)の入出力電極10、12にそれぞれ接続されている。なお、最下層のシートB10は保護層である。

【0019】上述したコンデンサ用導体、コイル用導体、ビアホール用導体は、例えばAg、Ag-Pd、Cuなどのペーストをスクリーン印刷などの手段でシート

表面に塗布し、これを乾燥することによって形成してもよいし、スパッタリングや蒸着などの手段によって形成してもよい。

【0020】次に、以上のようにしてコンデンサ用導体、コイル用導体、ビアホールがそれぞれ形成されたシート、保護用のシート、あるいは接合用のシートは、図1(A)に示す順に積み重ねられる。そして、その後成形、圧着、焼成されて積層体となる。この積層体の左右端にはコイル用導体E4、F4が引出電極として露出しており、前後端にはコンデンサ用導体の引出電極が露出している。これらの電極部分には、Ag、Ag-Pdなどのペーストが塗布され、焼き付けされて電極10、12、24がそれぞれ形成される。もちろん、スパッタリングや蒸着などの手法を用いて形成してもよい。このような工程によって、積層型LC複合部品が得られる。図1(A)に対応して等価回路を示すと、同図(B)に示すようになる。

【0021】ところで、本実施例では、図1(A)、(B)に示すように、コイル14、16のスパイラルの方向が逆向きとなっている。このため、入出力間で流れる電流によって発生する磁束は、両コイル14、16の電流の向きが逆になるため、同一方向となる。例えば、コイル14で下向きの磁束が発生したとすると、コイル16でも下向きの磁束が発生する。更に、コイル14、16は、同一積層体に近接して形成されている。このため、一方のコイルの磁束が他方のコイルを通過するようになり、両者は電磁的に結合した状態となっている。

【0022】この実施例では、両コイル14、16のいずれにおいても、内部コア（コイル用導体に囲まれたシート部分）に発生する磁束の向きは下向きである。すなわち、図1(B)にその様子を示すように、コイル14では矢印FAで示す向きに磁束が発生し、コイル16では矢印FBで示す向きに磁束が発生する。これらの磁束は、コイル14、16の外部コア（他のコイルの内部コアも含む）を通過して閉じなければならない。このため、一方のコイルで発生した磁束の一部が他方のコイル内を通過するようになる。

【0023】このため、コイル14には、矢印FAで示す自己の磁束と、コイル16で発生した矢印FBで示す磁束とが通るが、両者は逆向きとなっているため打ち消し合うようになる。他方、コイル16には、矢印FBで示す自己の磁束と、コイル14で発生した矢印FAで示す磁束とが通るが、この場合も両者は逆向きとなっているため打ち消し合うようになる。従って、コイル14、16間において負の相互インダクタンスが形成されるようになる。

【0024】ここで、コイル14、16とそれらの間の相互インダクタンスMを、図2(B)に示すように等価コイル14A、16A、26MによるT型の等価回路で表わしたとする。コイル14、16のインダクタンスを

L A、L Bとし、相互インダクタンスをMとすると、等価コイル14Aのインダクタンスは「L A-M」、等価コイル16Aのインダクタンスは「L B-M」、等価コイル26Mのインダクタンスは「M」となる。すなわち、相互インダクタンスが負であるため、+Mのインダクタンス素子26Mが発生することになる。

【0025】等価コイル26Mはコンデンサ18と直列となり、これによってL、Cによる直列共振回路が構成される。この共振回路の共振周波数は、等価コイル26Mのインダクタンスによって変化する。従って、コイル14、16間の距離を調整して両者の結合度を変化させれば、共振周波数を調整することができる。

【0026】例えば、コイル14、16間の距離を近づけるようにすれば、一方のコイルで発生した磁束が他方のコイルを通りやすくなり、磁束の打ち消し量が増して相互インダクタンスの値を大きくすることができる。すると、コンデンサ18の容量が一定のため、共振周波数は低周波側に移動するようになる。このように、コイル14、16の結合度を調整することで、等価コイル26Mとコンデンサ18による共振回路の共振周波数を調整することができる。

【0027】本実施例では、この共振周波数が所望のフィルタ特性（減衰特性）における減衰域側の遮断周波数f C付近となるように、コイル14、16間の結合度が調整されている。このため、遮断周波数付近で急峻な減衰特性を得ることができる。図2(C)には、そのようなフィルタ特性の一例が示されており、矢印PAで示す100MHz付近の減衰ピークが共振回路によって形成されている。

【0028】図3には、本実施例に関して試作した積層型LC複合部品の挿入損失特性の実測例が示されている。同図(A)が本実施例の特性であり、コイル14、16のインダクタ値は205nH、コンデンサ18の静電容量は90pF、コイル14、16間の結合係数はK=0.08である。同図のグラフにおいて、矢印PBで示す100MHz付近の極は、コイル14、16の相互インダクタンスとコンデンサ18との直列共振によって発生したものである。矢印PC、PDでそれぞれ示す500MHz及び1.5GHz付近の極は、インダクタンス部の自己共振などによるもので、広帯域にわたって大きな減衰量が得られている。

【0029】比較例として、同図(B)に、コイル14、16が結合していない場合の実測例が示されている。これら図3の2種類の挿入損失特性を比較すれば明らかのように、従来のLC複合部品によるフィルタより本実施例のLC複合部品によるフィルタの方が急峻な減衰特性となっている。

【0030】このように、本実施例によれば、2つのコイルの間に相互インダクタンスが形成され、これがコンデンサと共振回路を構成する。このため、新たな素子を

追加することなく、良好に急峻な減衰特性を得ることができる。

【0031】

【実施例2】次に、図4を参照しながら実施例2について説明する。図4(A)は、上述した図1(A)に対応するもので、実施例2のLC複合部品の積層構造が示されている。この実施例も、T型フィルタの例である。同図に示すように、上部の6層によってコンデンサ部30が構成されており、下部の10層によってコイル部22が構成されている。結合用シートC及びコイル部22は、

上述した実施例1と同様の構成となっている。
【0032】コンデンサ部30のうち、シートA1、A2、A4は、導体パターンも含めて上述した実施例1と同様である。しかし、シートA10、A12にそれぞれ形成されているコンデンサ用導体D10が、前記実施例1と異なっている。すなわち、前記実施例ではシート表面にベタに導体D2を形成したが、本実施例では中央の微小コイル部DAと、その左右の平坦部DBとによってコンデンサ用導体D10が構成されている。そして、シートA10、A12の微小コイル部DAがビアホールD3によって接続されており、更にはビアホールD4によってコイル部22にも接続されている。なお、微小コイル部DAが形成されたシートA10、A12には、誘電体材料や低透磁率材料が使用される。

【0033】図4(B)には、本実施例におけるLC複合部品の等価回路が示されている。図2(B)に示した実施例1の等価回路とほぼ同様であるが、相互インダクタンスによる等価コイル26M、コンデンサ32と直列に、微小コイル部DAが接続された構成となる。すなわち、微小コイル部DAも共振回路の一部となる。ここで、微小コイル部DAにおける絶縁シートA10、A12の材料としては、上述したように誘電体や低透磁率材料が用いられている。このため、微小コイル部DA、等価コイル26Mのインダクタンス値(相互インダクタンス値)を比較すると、微小コイル部のインダクタンス値<相互インダクタンス値の関係となる。

【0034】このような性質から、コイル14、16間の結合状態を調整することによってある程度の周波数範囲に減衰極を持っていき、次に微小コイル部DAの導体の幅や長さを変化させてインダクタンス値を微調整し、望む周波数に共振点の極を位置させるというような調整手法が可能となる。以上のように、本実施例によれば、コンデンサ部30に微小コイル部を形成し、この部分を利用して共振周波数の微調整を行うことによって、共振周波数を容易に望む周波数値に移動することができる。

【0035】

【実施例3】次に、図5を参照しながら実施例3について説明する。図5(A)は、上述した図1(A)に対応するもので、実施例3のLC複合部品の積層構造が示されている。この実施例も、T型フィルタの例である。同図

に示すように、上部の6層によってコンデンサ部20が構成されており、下部の9層によってコイル部50が構成されている。コンデンサ部20及び結合用シートCは、上述した実施例1と同様の構成となっている。

【0036】コイル部50を説明すると、シートJ1は、実施例1と同様に保護層である。シートJ2~J8には、コイル用導体が形成されている。シートJ2には、略コ字状のコイル用導体K1、L1が形成されている。これらのコイル用導体K1、L1は渦巻き状に連続しており、その接続部分が、シートJ1、C、A6を貫通するビアホールD4によってコンデンサ用導体D2に接続されている。

【0037】シートJ3には、略コ字状のコイル用導体K2、L2が、向き合った開口が一部重なるように形成されている。そして、それらの一端は、ビアホールM1、N1によってそれぞれコイル用導体K1、L1に接続されている。同様に、次のシートJ4には、略コ字状のコイル用導体K3、L3が、向き合った開口が一部重なるように形成されている。そして、それらの一端は、ビアホールM2、N2によってそれぞれコイル用導体K2、L2に接続されている。以下のシートJ5、J7には、シートJ3と同様のコイル用導体K2、L2がそれぞれ形成されている。また、シートJ6には、シートJ4と同様のコイル用導体K3、L3が形成されている。シートJ8には、向き合った開口が一部重なった略コ字状のパターンを左右の端縁にそれぞれ延長したコイル用導体K4、L4がそれぞれ形成されている。

【0038】以上の各部のうち、コイル用導体K1、K2、K3、K4及びビアホールM1、M2によってコイル52が構成されている。また、コイル用導体L1、L2、L3、L4及びビアホールN1、N2によってコイル54が構成されている。そして、シートJ8のコイル用導体K4、L4が積層シートから左右に露出しており、図1(C)の入出力電極10、12にそれぞれ接続されている。なお、最下層のシートJ9は保護層である。

【0039】図5(B)には、以上のようなコイル部50を、積層方向から見た状態が示されている。この図のように、コイル用導体及びビアホールによって構成されたコイル52、54は、一部が重なるように、別言すれば内部コアの一部分56が重なるように形成されている。

【0040】ところで、本実施例では、コイル52、54のスパイラルの方向が同一となっており、実施例1と異なっている。このため、入出力間で流れる電流によって発生する磁束は、両コイル52、54の電流の向きが逆になるため、相反する方向となる。例えば、コイル52で下向きの磁束が発生したとすると、コイル54では上向きの磁束が発生する。従って、コイル52、54が重なった部分56では、一方のコイルの磁束によって他

方のコイルの磁束が打ち消されるようになり、両者は電磁的に結合した状態となる。この結果、コイル52、54間に相互インダクタンスが生じ、これがコンデンサ18と直列接続となって共振回路を構成する。よって、本実施例でも、上述した実施例1、2と同様に、急峻な減衰特性を得ることができる。

【0041】なお、コイル52、54の重なり部分56の面積を変えることにより、コイル52、54間の結合度を変化させることができ、共振周波数を移動させることができる。このような調整を行うことで、所望の急峻な減衰特性を得ることができる。

【0042】

【実施例4】次に、図6を参照しながら実施例4について説明する。前記実施例は、いずれも、図1(C)に示すように、入出力電極10、12が積層部品の左右に形成され、GND電極24が前後に形成された外観構成となっている。しかし、この実施例4では、図6(B)に示すように、前後のGND電極のうちの一方が、コンデンサ部とコイル部の接続のための接続電極60となっている。この接続電極60に対する接続部分を除く他の部分

は、前記実施例1と同様である。

【0043】図6(A)には、実施例4の積層構造が示されている。同図において、上部の6層によってコンデンサ部62が構成されており、下部の11層によってコイル部64が構成されている。コンデンサ部62から説明すると、シートP1、P6は保護層である。シートP2、P4には、一方のコンデンサ用導体Q1がそれぞれ形成されている。これらのコンデンサ用導体Q1は積層シートの後側に露出しており、図6(B)に示すGND電極24に接続されている。シートP3、P5には、他

方のコンデンサ用導体Q2がそれぞれ形成されている。これらのコンデンサ用導体Q2は、積層シートの前側に露出しており、図6(B)に示す接続電極60に接続されている。

【0044】次に、コイル部64を説明すると、シートR1、R11は保護層である。シートR2には、略L字状のコイル用導体S1、T1が形成されている。これらのコイル用導体S1、T1は連続しており、その接続部分が、積層シートの前側に露出して図6(B)に示す接続電極60に接続されている。すなわち、接続電極60

によって、コンデンサ部62とコイル部64との接続が行われている。

【0045】シートR3、R5、R7、R9には、図1(A)に示した略コ字状のコイル用導体E3、F3がそれぞれ形成されている。また、シートR4、R6、R8には、図1(A)に示した略コ字状のコイル用導体E2、F2がそれぞれ形成されている。更に、シートR10には、図1(A)に示した略コ字状のコイル用導体E4、F4がそれぞれ形成されている。そして、コイル用導体S1、E2～E4は、ビアホールG1、G2によ

て接続されており、これらによってコイル66が構成されている。また、コイル用導体T1、F2～F4は、ビアホールH1、H2によって接続されており、これらによってコイル68が構成されている。

【0046】このように、本実施例によれば、コンデンサ部62とコイル部64（コイル66、68の接続部分）の接続が、ビアホールではなく、部品側面に露出形成された接続電極60によって行われている。このような構成によっても、コイル66、68間の結合には何ら影響はなく、上述した実施例と同様に急峻な減衰特性を得ることができる。

【0047】

【実施例5】次に、図7を参照しながら実施例5について説明する。この実施例5のコンデンサ部は、前記実施例4と同様となっている。しかし、コイル部は、コイルの導体パターンが縦積み構成となっている。すなわち、前記実施例1～4では、結合するコイルが並列的に形成されているが、本実施例では上下に積み重ねるように直列的に形成されている。また、本実施例は、図6(B)

に示す外観となっている。

【0048】同図(A)に示すように、コイル部70は、上側（コンデンサ側）に積層形成されたコイル72と、下側に積層形成されたコイル74によって構成されている。コンデンサ部62と接続するための接続電極60には、シートU1、V1側が接続される。また、シートU5、V6側が入出力電極10、12のいずれかにそれぞれ接続される。シートU、U6、V7は、いずれも保護層である。

【0049】接続電極側から順に説明すると、シートU1、V1には、略L字状のコイル用導体W1、X1が、前側に露出するようにそれぞれ形成されている。シートU2、U4には、略コ字状のコイル用導体W2が形成されており、シートV2、V4には、略コ字状のコイル用導体X2が形成されている。また、シートU3には、略コ字状のコイル用導体W3が形成されており、シートV3、V5には、略コ字状のコイル用導体X3が形成されている。更に、シートU5には、略コ字状のパターンを右の端縁に延長したコイル用導体W4が形成されており、シートV6には、略コ字状のパターンを左の端縁に延長したコイル用導体X4が形成されている。そして、コイル用導体W1～W4が交互にビアホールY1、Y2によって接続されており、コイル用導体X1～X4が交互にビアホールZ1、Z2によって接続されている。

【0050】以上の各部のうち、コイル用導体W1～W4及びビアホールY1、Y2によってコイル72が構成されている。また、コイル用導体X1～X4及びビアホールZ1、Z2によってコイル74が構成されている。そして、シートU5、V6のコイル用導体W4、X4が積層シートから左右に露出しており、図6(B)の入出力電極10、12にそれぞれ接続されている。

【0051】このように、本実施例では、図7(B)に等価回路を示すように、コイル72, 74が積層方向に重ねて形成されており、上述したいずれの実施例とも異なっている。しかし、入出力間で流れる電流によって発生する磁束は、矢印FC, FDで示すように両コイル72, 74で相反する方向となっている。従って、一方のコイルで発生した磁束と他方のコイルの磁束とが打ち消し合うようになり、コイル72, 74間に負の相互インダクタンスが生ずる。これが、接続電極60を介してコンデンサと直列接続されているので、前記実施例と同様に共振回路が構成され、同様に急峻な減衰特性を得ることができる。

【0052】なお、2つのコイル72, 74間には、何も導体が形成されていない保護用の絶縁体シートUが介在している。このため、シートUの厚みや、導体が形成してある他のシートと異なった透磁率の絶縁体をシートUとして使用することにより、コイル72, 74間間の結合度を变化させることができ、共振周波数を移動させることができる。これにより、上述した実施例と同様に、所望の急峻な減衰特性を得ることが可能となる。

【0053】

【他の実施例】この発明には数多くの実施の形態があり、以上の開示に基づいて多様に改変することが可能である。例えば、次のようなものも含まれる。

(1) 前記実施例は、いずれもT型フィルタに本発明を適用したものであるが、例えばダブル π 型回路など、コイル素子が2つ以上あるような回路に対して本発明は適用可能である。

(2) 前記実施例に示したシートの積層数、導体パターン、回路定数の数値も、必要に応じて適宜設定してよい。また、周波数特性のグラフも一例である。

(3) その他、前記実施例を組み合わせるようにしてもよい。例えば、図5～図7の実施例に、図1の実施例に示したコンデンサ部を適用する、あるいは図4の実施例に示した微小コイル部を有するコンデンサ部を適用するなどである。

【0054】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば次のような効果がある。

(1) 2つのコイル間に負の相互インダクタンスを形成してコンデンサとの間に疑似的なコイルを形成し、これによって共振回路を構成することとしたので、新たな素子を必要とすることなく、大きな減衰特性を得ることができる。

(2) 2つのコイル素子間の結合度を変更することによ

って相互インダクタンスの値を変えることができ、共振回路の共振周波数を簡便に移動して所望の特性を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施例1を示す図である。(A)は積層構造を示す分解斜視図、(B)は回路図、(C)は概観を示す斜視図である。

【図2】実施例1を示す図である。(A)及び(B)は等価回路を示す回路図、(C)は特性例を示すグラフである。

【図3】実施例1と背景技術の特性を比較するグラフである。

【図4】実施例2を示す図である。(A)は積層構造を示す分解斜視図、(B)は回路図である。

【図5】実施例3を示す図である。(A)は積層構造を示す分解斜視図、(B)はコイル部分を示す図である。

【図6】実施例4を示す図である。(A)は積層構造を示す分解斜視図、(B)は外観を示す斜視図である。

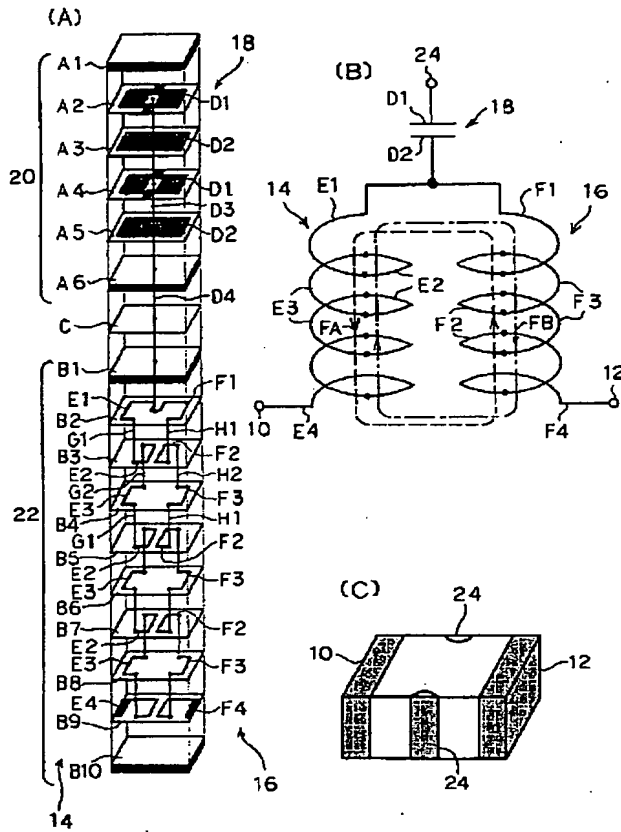
【図7】実施例5を示す図である。(A)は積層構造を示す分解斜視図、(B)は回路図である。

【図8】背景技術を示す図である。(A)は等価回路を示す回路図、(B)は特性例を示すグラフである。

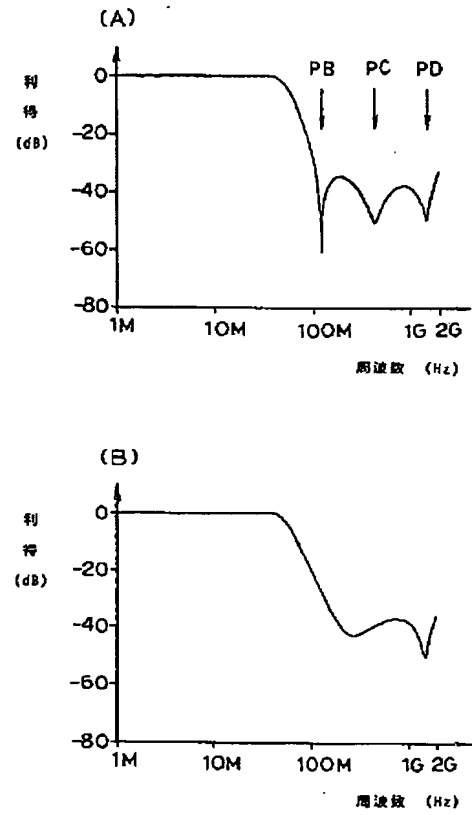
【符号の説明】

10, 12…入出力電極
14, 16, 52, 54, 72, 74…コイル
14A, 16A, 26M…等価コイル
18, 32…コンデンサ
20, 30, 62…コンデンサ部
22, 50, 64, 70…コイル部
24…GND電極
56…コイルの重なり部分
60…接続電極
A1～A6, A10, A12, B1～B10, J1～J9, P1～P6, R1～R11, U～U6, V1～V7…シート
C…結合用シート
D1, D2, Q1, Q2…コンデンサ用導体
DA…微小コイル部
DB…平坦部
D3, D4, G1, G2, H1, H2, M1, M2, N1, N2, Y1, Y2, Z1, Z2…ビアホール
E1～E4, F1～F4, K1～K4, L1～L4, S1, T1, W1～W4, X1～X4…コイル用導体
FA～FD…磁束の方向を示す矢印
PA～PD…減衰極

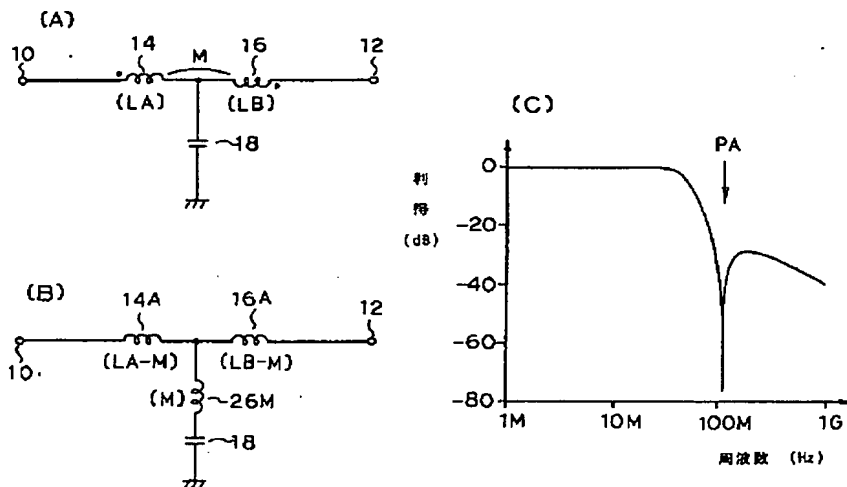
【図1】



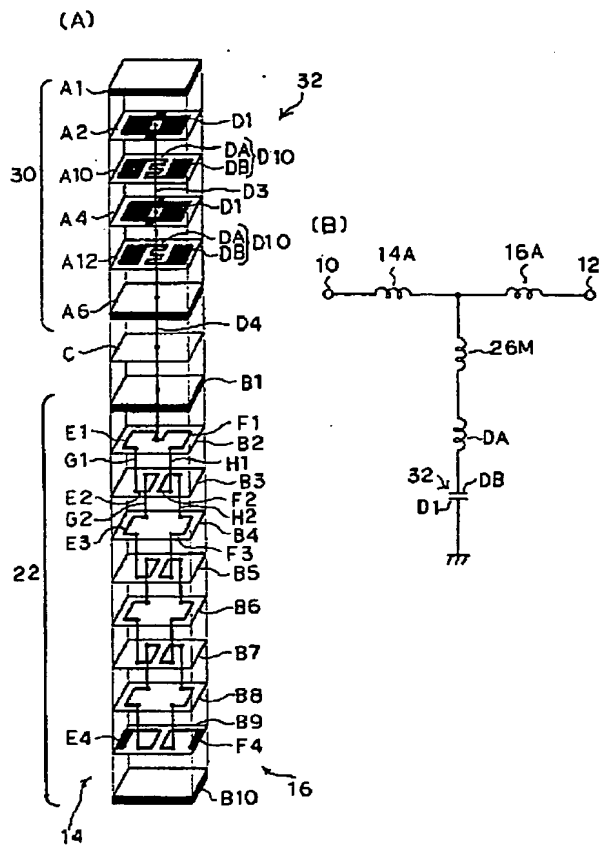
【図3】



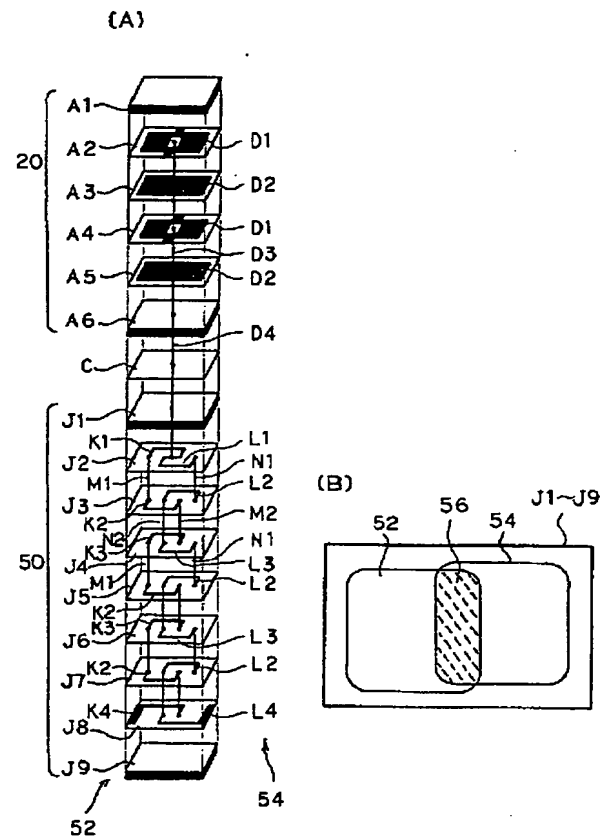
【図2】



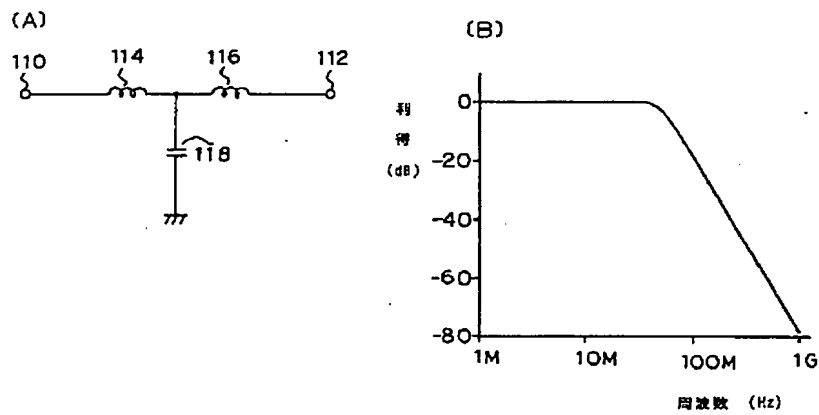
【図4】



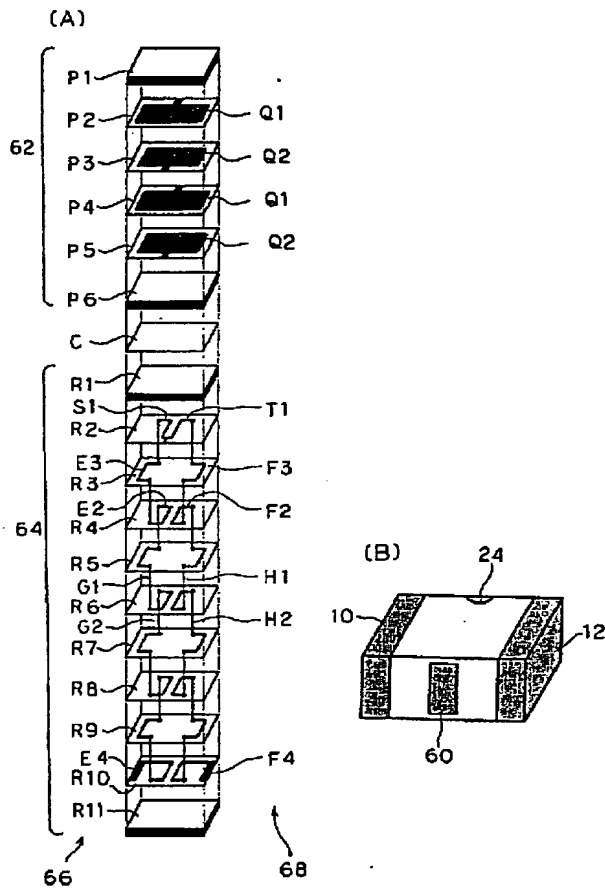
【図5】



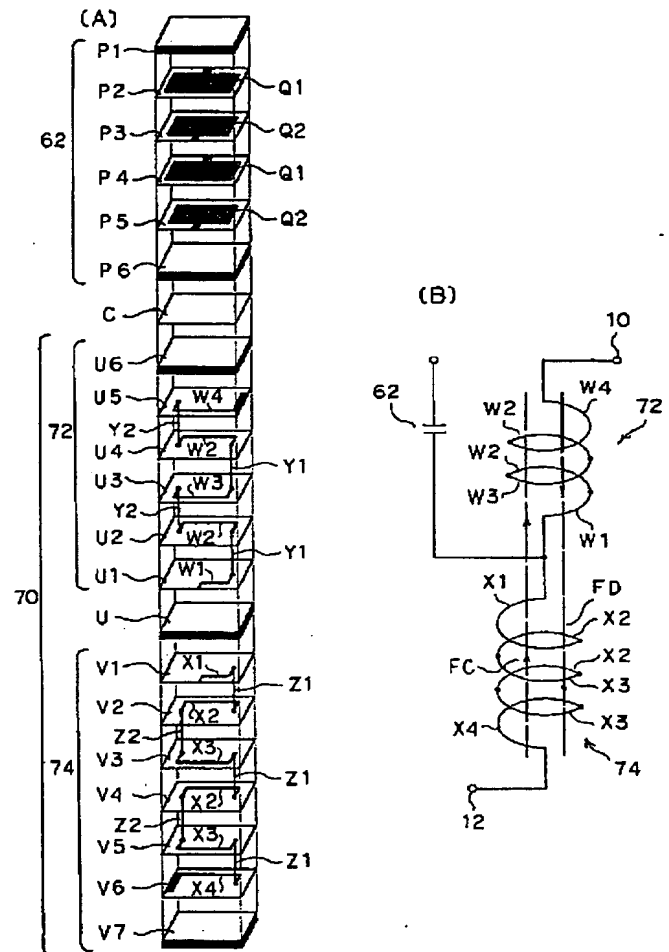
【図8】



【図6】



【図7】



【手続補正書】

【提出日】平成9年1月24日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0004

【補正方法】変更

【補正内容】

【0004】ところで、このような特性のLC複合部品をフィルタとして使用する場合は、カットオフ周波数 f_c からの減衰が急峻であるほどよい。このような急峻な特性を得るための手法としては、①LC複合部品の素子数を増やす、②コイル114、116に並列にコンデンサを接続し、あるいはコンデンサ118に直列にコイルを接続してそれぞれ共振回路を構成し、共振点をカットオフ周波数 f_c に近い位置に設定する、という手法がある。しかしながら、いずれにおいても、全体として素子数が増大し、近年の小型化や軽量化の要請に相反するこ

とになる。別言すれば、背景技術によって少ない素子数で急峻な減衰特性を得ることは困難である。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

【補正内容】

【0022】この実施例では、両コイル14、16のいずれにおいても、内部コア（コイル用導体に囲まれたシート部分）に発生する磁束の向きは下向きである。すなわち、図1（B）にその様子を示すように、コイル14では矢印FAで示す向きに磁束が発生し、コイル16では矢印FBで示す向きに磁束が発生する。これらの磁束は、コイル14、16の外部（他のコイルの内部コアも含む）を通して閉じなければならない。このため、一方のコイルで発生した磁束の一部が他方のコイル内を通過

するようになる。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0023

【補正方法】変更

【補正内容】

【0023】これにより、コイル14には、矢印FAで示す自己の磁束と、コイル16で発生した矢印FBで示す磁束とが通るが、両者は逆向きとなっているため打ち消し合うようになる。他方、コイル16には、矢印FBで示す自己の磁束と、コイル14で発生した矢印FAで示す磁束とが通るが、この場合も両者は逆向きとなっているため打ち消し合うようになる。従って、コイル14、16間において負の相互インダクタンスが形成されるようになる。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0032

【補正方法】変更

【補正内容】

【0032】コンデンサ部30のうち、シートA1、A2、A4は、導体パターンも含めて上述した実施例1と同様である。しかし、シートA10、A12にそれぞれ形成されている導体D10が、前記実施例1と異なっている。すなわち、前記実施例ではシート表面にベタに導体D2を形成したが、本実施例では中央の微小コイル部DAと、その左右の平坦部DBとによって導体D10が構成されている。そして、シートA10、A12の微小コイル部DAがビアホールD3によって接続されており、更にはビアホールD4によってコイル部22にも接続されている。なお、微小コイル部DAが形成されたシートA10、A12には、誘電体材料や低透磁率材料が使用される。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.